# Über Fernresultate bei Knochentransplantationen.

---

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der Hohen Medizinischen Fakultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

vorgelegt von

Otto Becker
aus Schleswig

---

Halle-Saale
Ostdeutsche Druckerei und Verlagsanstalt, Inh. Otto Jung, Barfüßerstr. 14.
1926

Referent:
Prof. Dr. Stieda.

# Über Fernresultate bei Knochentransplantationen.

Auf der 49. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie 1925 hielt Lexer (8a) ein umfassendes Referat über das Thema „20 Jahre Transplantationsforschung in der Chirurgie". Er ging dabei auch auf die Dauererfolge bei Knochenimplantationen ein.

Ich will in der vorliegenden Arbeit über vier Fälle berichten, bei denen vor 10—25 Jahren Knocheneinpflanzungen vorgenommen wurden. Es war mir vergönnt, die Patienten, die von Prof. Stieda s. Zt. operiert waren, persönlich nachzuuntersuchen und mich über den jetzigen Zustand zu unterrichten.

Zunächst soll auf die Entwicklung der Lehre von den Knochentransplantationen, besonders auf die Anschauungen in bezug auf das Transplantationsmaterial, sowie auf die Art der Einheilungen eingegangen werden.

Schon in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts hatten Olliers (10) umfangreiche Arbeiten zu der An-Anschauung geführt, daß „herausgeschnittener und losgelöster Knochen" seine Lebenskraft behalten und selbst weiter wachsend im Defekte einheilen könnte. Allerdings macht Ollier die Vitalität des Implantats nur von der Erhaltung und der Mitverpflanzung des Periostes abhängig, indem eben dadurch die Lebensfähigkeit des Knochens gerettet würde. Tote Knochen, die einem anderen Menschen oder einer anderen Tierspecies entnommen werden, können zwar einheilen und eine Zeitlang leben, verfallen aber später der Degeneration und Resorption und werden bestenfalls durch junges, vom neuen Mutterboden ge-

liefertes Knochengewebe substituiert. Die Gründe für den Verlust der Vitalität liegen in der Ernährung durch fremdartige Gefäße, da die Lebensfähigkeit verschiedener Gewebselemente an die Ernährung durch spezifische Gefäße und auch Gewebssäfte gebunden ist.

Die bedeutsame Rolle, welche dem Periost bei der Knochentransplantation zufiel, ließ darauf schließen, daß auch freie Periostverpflanzung wertvoll sein müsse. Ollier bediente sich ihrer darauf hin. Er, wie auch Marchand wiesen nach, daß transplantiertes Periost nicht nur erhalten bleibt, sondern auch seine spezifische Funktion der Knochenneubildung auszuüben vermag, allerdings in einer wenig haltbaren Form.

Im Jahre 1898 trat nun durch Barths (2) Untersuchungen, die in exakter und vorzüglicher Weise durchgeführt waren, ein Umschwung der Ansicht über die Einheilungen von Knochenimplantaten ein.

Während Ollier also glaubte, daß die verpflanzte Knochensubstanz, solange sie mit ihrem Periost in Verbindung war, sowie auch letzteres am Leben bliebe, ergaben die Barth'schen Untersuchungen, daß der lebende Knochen stets abstirbt und zugrunde geht. Dieses abgestorbene Fragment ist für die Wunde ein aseptischer Fremdkörper; seine Einheilung geschieht zunächst nach Art eines solchen. Von gefäßhaltigem jungen Bindegewebe, welches vom Periost und Mark der Umgebung stammt, wird es umwachsen, dann durchwachsen, so daß sich die jungen Zellen den erreichbaren äußeren und inneren Flächen der toten Substanz direkt anlagern. Die Zellen bilden Knochen, gemäß ihrer Abstammung. So ist am Ende der ersten Woche an den äußeren Flächen des Fragmentes, etwas später auch um die Markräume und Haver'schen Kanäle eine schichtweise Auflagerung jungen Knochengewebes vorhanden. Im Laufe von Monaten lagert sich immer mehr neue Knochensubstanz auf, das tote Gewebe wird durch lebendes ersetzt, nachdem die knöcherne Ver-

bindung des Fragmentes mit dem Defektrande auf dieselbe Art und Weise hergestellt war.

Barth's Behauptungen stützen sich auf histologische Untersuchungen; er schließt von der Färbbarkeit der Zelle auf ein Leben derselben. Nach ihm gibt es also keinen Unterschied in der Art der Einheilung von totem oder lebendem Knochen; die Ollier'sche Unterscheidung zwischen Auto-, Homo- und Heteroplastik fällt hier fort. In jedem Falle stirbt das implantierte Knochenstück ab. Barth sieht einen Vorteil darin, daß der Zweck mit dem wohlfeilen toten Material ebenso erreicht wird, wie mit dem kostbaren lebendem, welches man um den Preis einer zweiten Operation einem anderen Skeletteil des Kranken entnimmt. Hervorgehoben sei, daß Barth's Untersuchungen sich nur auf Schädeldefekte erstreckten.

1908 wurde nun von Axhausen (1) im wesentlichen die Oller'sche Lehre wieder anerkannt, nach der ein prinzipieller Unterschied zwischen lebendem und totem Material vorhanden sein sollte. Axhausen zeigte, daß sowohl Periost wie Knochenmark am Leben bleiben und neuen Knochen bilden können. Die implantierte Knochensubstanz geht zugrunde und dient dem neuen Knochen als Nährmaterial und Baugerüst.

Toter Knochen wird vollständig resorbiert und eignet sich deshalb in keiner Weise zu dauerndem Knochenersatz.

Seine Behauptungen gründen sich auf genaue, mikroskopische Untersuchungen, die im einzelnen hier zu schildern nicht meine Aufgabe sein kann.

Heute ist nun nach zahlreichen Experimenten und Forschungen, an denen sich in ganz hervorragender Weise Lexer (8a) beteiligte, zur feststehenden Tatsache geworden, daß die Regeneration stets vom Periost und auch vom Markendost aus erfolgt. Ersterem wohnt eine sogenannte „Vita propria" inne. Damit ist aber die Tätigkeit dieser beiden Membranen nicht erschöpft. Sie schützen die Knochenoberfläche vor Resorption und lassen die Er-

nährungsflüssigkeit zu den unter ihnen liegende Osteoblasten gelangen.

Der lebende Umbau geschieht nun nach den Ansichten Lexers auf zweierlei Art, und zwar einmal durch schleichenden Ersatz, wie auch schon Barth und Marchand annahmen, ferner durch Apposition und Resorption, wie es ebenfalls Axhausen bestätigt. Die Bedingungen dafür liegen in den jeweiligen Verhältnissen. Bei Autoplastik überwiegt der schleichende Ersatz. Bei Homoplastik, schlechten Einheilungsbedingungen, Nekrose der Knochenhaut, sowie im narbigen Lager herrscht Apposition nach Resorption vor. Dazu kommt die Lockerung der Lamellensysteme durch Auflösung der Kittsubstanz, die Brüchigkeit der Osteomsäulen, besonders am Orte beständiger geringer mechanischer Einflüsse, begünstigt durch die querlaufenden lamellenlosen Kanäle; später bei funktioneller Beanspruchung Verdichtung in der beanspruchten Richtung, Resorption überflüssigen Materials, Verdickung zu schwacher Teile und schließlich neben dem unmittelbaren Ersatz und der Apposition noch die Verkittung aller feinen Spalten durch einwachsende Osteoblasten.

Lexer unterscheidet bei günstiger Einheilung eines autoplastischen Transplantates drei Stadien:

1. Stadium der Atrophie. Hier spielen resorptive Vorgänge in den Kanälen und Räumen mit Kalkschwund und Vaskularisation eine besondere Rolle.
2. Stadium des lebenden Umbaues. Es erfolgt nun die Verdichtung der Knochensubstanz durch Kalkeinlagerung, im Röntgenbild deutlich erkennbar, gegenüber der früheren Aufhellung. Durch Apposition wird die Oberfläche geglättet.
3. Stadium des funktionellen Umbaues. Unter Einwirkung der Funktion, den statischen Verhältnissen entsprechend, wird die ehemalige Form des alten Knochens erstrebt. Ab- und Anbau laufen nebeneinander her. Kompakta und Spongiosa bilden sich

an den ihnen zugewiesenen Stellen, und an den Röhrenknochen entsteht ganz allmählich wieder die Markhöhle.

Dieser normale Ablauf der drei Heilungsstadien kann nun durch pathologische Einwirkungen gestört werden. Dies ist z. B. bei Blutungen zwischen Transplantat und Lager, bei narbiger Umgebung oder bei Eiterungen der Fall. Hier tritt dann Resorption durch Granulationsgewebe ein.

Geringe Eiterbildung mit Knochennekrose üben nach Axhausen einen Reiz auf das Periost aus, indem es zur Knochenneubildung angeregt wird, wie wir dies ja auch bei der Osteomyelitis sehen, wo Knochenverdickungen und sogar Verlängerungen beobachtet werden.

Transplantatbrücke erfolgen besonders zwischen dem ersten und zweiten Stadium, wo der Knochen am wenigsten widerstandsfähig gegen Biegung und Drehung ist. Zu frühe Funktion verschuldet Brüche und fortschreitende Spaltbildungen, die als „schleichende Frakturen" bezeichnet werden.

Metaplasie des Lagerbindegewebes, d. h. Knochenbildung des einwachsenden bindegewebigen Keimgewebes bei Berührung mit dem Transplantat auf dessen Oberfläche, sowie im Inneren, nach Wjereszinski, Petrow und seinen Schülern wird von Lexer und vielen anderen Autoren abgelehnt.

Was nun die Anwendungsmöglichkeit der Auto-, Homo- oder Heteroplastik anbetrifft, so wird wohl im allgemeinen die Autoplastik den beiden anderen vorgezogen. Denn sie gibt uns in jedem Falle die bestmöglichsten Einheilungsbedingungen.

Bei Röhrenknochendefekten mit periostfreiem Lager hatte bisher immer die Autoplastik, also die Überpflanzung eines lebenden periostgedeckten und markanhaftenden Knochenspans von demselben Individuum die besten Erfolge zu verzeichnen. Übertragung in ein allseits ge-

schlossenes osteogenes Lager machen das Transplantatperiost entbehrlich. Dann ist es gleichgültig, ob toter oder lebender Knochen, ob Auto-, Homo- oder Heteroplastik verwendet wird.

Die Homoplastik eignet sich nach Lexer im allgemeinen wegen geringer Regenerationskraft nicht für das ersatzunfähige Weichteillager.

In einem Periostlager kann fremder Knochen eine stärkere Knochenneubildung hervorrufen als bei Autoplastik durch weitreichende Reizung der osteogenen Lagerkräfte.

Heteroplastische Transplantate unterliegen meistens der Resorption, oder die Umgebung wird durch den vorhandenen Fremdkörper bis zur Eiterung gereizt. Schließlich kann ein heteroplastisches Transplantat tot einheilen.

Küttner (7) gelang es, wegen kongenitalen Defektes der Fibula bei einem Kinde ein Wadenbein eines Javaaffen mit Erfolg zu überpflanzen. Anderthalb Jahre später wurde die Patientin auf dem Chirurgenkongreß vorgestellt. Das Röntgenbild bestätigte die völlige Einheilung des Transplantates.

Allerdings besteht ja zwischen Affe und Mensch nach den Untersuchungen von Uhlenhuth, Wassermann, Bruck, Friedenthal und anderen eine ziemlich weitgehende Blutsverwandtschaft.

Pokotilo (11) hatte Gelegenheit, ein in die Weichteile mit Periost verpflanztes Knochenstück, welches 10 Tage später wieder entfernt wurde, beim Menschen zu untersuchen und fand den Knochen abgestorben, aber das Periost lebenskräftig und fähig, frischen Knochen zu produzieren.

Eine Reihe von Autoren, wie Brentano, Neumann, Braun, v. Hacker, v. Lelyveld und Stieda berichten über beachtenswerte Resultate, und sind sich alle in dem Punkt einig, daß die Verplanzung des mit Periost

bekleideten, lebenden Knochens das vollkommendste Resultat liefere.

Demgegenüber fehlt es aber auch nicht an Veröffentlichung von Fällen, in denen toter Knochen mit Erfolg transplantiert wurde.

So verfügt Kausch (6) über einen Fall mit glücklicher Einheilung von totem Knochenmaterial, welches von ihm eigens präpariert war. Kausch steht überhaupt auf dem Standpunkt, daß sich zur Transplantation auch der tote Knochen eignet, wenn er nur richtig vorbereitet ist. Auch kann er nach Kausch's Ansicht sogar in periostfreies Lager gepflanzt werden; Vorbedingung ist nur ein recht guter Kontakt mit dem anliegenden Knochen, sowie mit dem Periost desselben. Kausch hält sich eine Sammlung frischer, von Lebenden gewonnener Knochen vorrätig, die aseptisch präpariert und ausgekocht, in Alkohol aufgehoben und bei geeigneten Fällen Verwendung finden können.

Im Gegensatz zu Kausch stehen die Resultate von Frangenheim.

Frangenheim (3) hat 60 Knochentransplantationen an Kaninchen und elf Verpflanzungen an Hunden mit den verschiedensten Modifikationen angestellt und ist zu dem Resultat gekommen, daß der periostgedeckte lebende Knochen als das beste Material gelten darf, und daß die Schonung des Knochenmarkes zu empfehlen ist. Bei der Verpflanzung lebenden, periostlosen Knochens beobachtet Frangenheim die Regeneration des entfernten Periostes vom Mutterboden aus. Die Implantation von maceriertem Knochen beschränkt er auf wenige Ausnahmefälle. Wenn solcher verwendet wird, so muß der bestehende Defekt vom Transplantat genau ausgefüllt werden und dieses in inniger Berührung mit dem Knochen des Mutterbodens stehen.

In gleicher Weise hält v. Haberer (5) an dem periostgedeckten lebenden Knochen zur Transplantation

fest. So berichtet er u. a. über einen Fall von Knochentumor des Oberarmes mit Spontanfraktur. Er pflanzte eine Fibula, welche einer Patientin wegen Fungus genu zu gleicher Zeit entnommen war, lebensfrisch und periostgedeckt in einen Humerusdefekt ein und erzielte reaktionslose, exakte Einheilung.

In solchen Fällen besteht die Gefahr der Krankheitsübertragung von dem tuberkulösen Individuum auf den Empfänger, so daß v. Haberer selbst dazu rät, hier die Autoplastik der Homoplastik vorzuziehen.

Noetzel (9) demonstrierte auf dem letzten Chirurgenkongreß 1925 in zwei Röntgenbildern einen Fall von Transplantation des oberen Endes der Fibula in einen großen durch osteomyelitische Totalnekrose entstandenen Defekt der Tibia mit erheblicher Atrophie der Tibiaenden, Hypertrophie der nach oben luxierten Fibula. Nach 6 Monaten Einheilung und normale Funktion. Der Fibuladefekt störte nicht.

Es mögen nun die mir zur Verfügung stehenden vier Fälle angeführt werden als kasuistischer Beitrag zur Frage über die Dauerresultate bei Knochentransplantation.

Der erste Fall (Stieda: Münchener med. Wochenschrift, Nr. 4, 1911 und Archiv f. klin. Chirurgie Bd. 94, Heft 4) (12a und c) liegt bereits 15 Jahre zurück. Es handelt sich um den damals achtjährigen Otto P., der sich beim Fall über einen anderen Jungen hinweg einen Bruch des rechten Oberarmes zugezogen hatte. Im Röntgenbild sieht man, daß an der deutlich sichtbaren Epiphysenlinie eine kolbige Auftreibung des Humerus beginnt, die etwa 6 cm weit nach abwärts in den Schaft reicht. In diesem Teile wechseln hellere rundliche Partien mit dunkleren Streifen ab. Die Kontur des Oberarmes zeigt etwa querfingerbreit unterhalb der Epiphysenlinie eine Kontinutätstrennung. Die Diagnose lautete: Cystischer Knochentumor des rechten Oberarmes mit Fraktur.

Bei der Operation (Stieda) stellte sich heraus, daß der Tumor schon proximalwärts über die Epiphysenlinie hinausgeschritten war, so daß bei der Resektion desselben nur ein kappenartiger Teil der Epiphyse, z. T. noch mit der Gelenkkapsel zusammenhängend, zurückgelassen werden konnte. Distalwärts blieben ungefähr $^2/_3$ des Humerus stehen.

Der linken Tibia wurde nun ein 14 cm langer periostgedeckter markbehafteter Knochenspan entnommen und in den Oberarmdefekt eingesetzt und zwar so, daß das eine Ende in die distale Markhöhle des peripheren Humerusstücks eingestemmt, das andere Ende in die zurückgelassene Epiphysenkopfkappe, soweit dort noch Knochengewebe vorhanden war, eingebohrt wurde.

Eine nach $4^1/_2$ Wochen vorgenommene Röntgenaufnahme zeigt, daß die Epiphysenkopfkappe zwar nach innen gegen den processus coracoideus hin abgewichen ist, daß sie aber in deutlicher Verbindung mit dem Inplantat steht. Das implantierte Tibiastück steht auch deutlich in Verbindung mit dem unteren Teile des Humerus. Die Konturen des Implantates weisen einige Rauhigkeiten auf. Das obere Ende zielt auf die Mitte der Epiphysenkappe hin, das untere Ende ist ein wenig weiter in die Markhöhle des Humerus vorgedrungen, als es bei der Operation eingesetzt wurde.

$10^1/_2$ Wochen nach der Implantation sieht man im Röntgenbild, daß das implantierte Knochenstück etwas schmächtiger geworden ist. Der Übergang von dem breiten Humerusrest auf das schmälere Implantat ist aber nicht mehr durch die scharfe Kante an der Sägefläche gekennzeichnet, sondern man kann jetzt schon einen allmählichen Übergang von dem Humerusschaft auf das Implantat durch übergreifende Knochenneubildung erkennen.

Unmittelbar vor der definitiven Entlassung aus der Behandlung, $4^1/_2$ Monate nach der Implantation, nachdem

der Knabe schon einige Zeit in ambulanter Behandlung gewesen war, zeigt das Röntgenbild eine vollständige Einheilung des Implantats und zwar derart, daß die Stelle des Überganges vom Implantat auf den Humerusschaft nur noch an der Verschmächtigung des Knochens an der Stelle der Einbolzung in den Humerusschaft zu erkennen ist. Die Knochensubstanz geht von einem Teil auf den anderen vollständig undifferenzierbar über.

Der Entlassungsbefund war folgender:

Die rechte Schulter läuft am Akromion spitz zu, die normale Schulterwölbung fehlt. Der rechte Oberarm erscheint deutlich kürzer, die Entfernung vom vorderen Rand des Akromion bis zum Epicondylus lat. humeri beträgt links 28, rechts 23,5 cm. Aktiv vermag der Knabe den ausgestreckten Arm bis zur Horizontalen zu erheben, sowohl seitlich, wie auch nach vorn; nach hinten können beide Arme gleichweit geführt werden. Bei allen Bewegungen des rechten Oberarmes macht die Skapula die Bewegungen mit. Bei der Palpation fühlt man, daß der Rest des Oberarmkopfes auch heute unter dem processus coracoideus steht und sich etwas schräg gestellt hat, mit der Gelenkfläche medialwärts gerichtet. Passiv läßt sich der Arm bis zur Senkrechten erheben. Die Bewegungen im rechten Ellenbogengelenk sind normal, benso im Handgelenk. Die Kraft der rechten Hand bleibt gegen die der linken nicht zurück. Der Ringumfang des Vorderarmes beträgt 9 cm unterhalb des Olekranon, rechts 15¼, links 16 cm, an entsprechender Stelle gemessen. Über der Mitte des Biceps ist eine Differenz von 1 cm im Ringumfang vorhanden. Der Knabe gebraucht den rechten Arm fast wie einen normalen; er ißt, schreibt mit der rechten Hand (Schriftprobe) und kleidet sich unter Gebrauch des rechten Armes an.

Bei der jetzt 15 Jahre nach der Implantation erfolgten Nachuntersuchung ist zunächst festzustellen, daß der

rechte operierte Oberarm gegen den linken in seinem Wachstum erheblich zurückgeblieben ist. Die Entfernung vom vorderen Rand des Akromion bis zum Epikondylus lat. humeri beträgt links 38 cm, rechte 24 cm. Der Ringumfang über der Mitte des Biceps mißt links 29 cm, rechts an entsprechender Stelle 27 cm, an der vorderen Fläche des rechten Oberarmes befindet sich die 14 cm lange Operationsnarbe. Die Muskeln des rechten Oberarmes sind in geringen Graden atropisch. Patient vermag den rechten Arm aktiv nach der Seite, wie auch nach vorn bis zur Horizentalen zu erheben. Bei passiven Bewegungen läßt sich der Arm seitlich wie auch nach vorn bis zur Senkrechten hinaufführen. Dabei fühlt man im Gelenk ein eigentümliches Reiben, welches den Verdacht aufkommen läßt, es könne sich hier eine Nearthrose gebildet haben. Das Röntgenbild bestätigt uns später den Befund. Die Schultercontur weist eine wohlgerundete, normal verlaufende Linie auf und steht hinter der des gesunden, normalen Armes kaum zurück. Die grobe Kraft ist nur etwas herabgesetzt. Der rechte Arm wird fast wie ein normaler gebraucht. Der jetzt 23 Jahre alte junge Mann ist in seinem Beruf als Kaufmann in keiner Weise behindert; er verrichtet alle vorkommenden Arbeiten und ist auch sonst beim Ankleiden, Essen usw. nicht beeinträchtigt.

Ein jetzt aufgenommenes Röntgenbild zeigt, daß das Implantat dieselbe Dicke angenommen hat wie der ehemalig zurückgelassene Teil des Humerusschaftes. Die Conturen von Implantat und Humerus gehen gleichmäßig ineinander über. Man kann den Übergang nur vermuten und verlegt ihn wohl mit Recht an eine Stelle, wo sich infolge unregelmäßiger Knochenwucherungen eine kleine Exostose gebildet hat. Außerdem sieht man, daß hier die Markhöhle des „alten“ Knochens beginnt. An der ehemals festen Verbindungsstelle zwischen Implantat und Humerus-Epiphysenkopfkappe hat sich aber eine Pseu-

darthrose oder richtiger Nearthrose gebildet. Das distale Ende des Humerus ist im Ganzen kolbig verdickt. Der ganze Oberarmknochen weist eine leicht S-förmige Krümmung auf.

Seit der Implantation sind nun 15 Jahre verflossen. In dieser Zeit hat sich das Knochenstück also in seiner Dicke vermehrt und zwar ist es fast so dick geworden wie der Humerusknochen. Dagegen hat es, was seine Länge anbetrifft, stark eingebüßt, offenbar weil sich 1. das Implantat nachträglich noch in die Markhöhle des Humerus tiefer hineingebohrt hat, 2. weil die Epiphysenscheibe, das Zentrum des Längenwachstums, bei der Resektion des Knochens mit entfernt wurde. Der ganze rechte Oberarm ist im Laufe der Zeit nur um einen halben Zentimeter gewachsen. Die ehemalige Verbindung des Implantats mit der Epiphysenkopfkappe zeigt Rauhigkeiten, ähnlich, wie wir sie bei Arthritiden sehen. An der Einstemmungsstelle ist eine Lösung zustande gekommen, indem sich eine Nearthrose gebildet hat. Man kann einen ähnlichen Vorgang beobachten bei der Arthrodesenoperation wegen paralytischen Spitzfußes, bei welcher ein Knochenspan von der Fußsohle aus in ein Bohrloch durch Calcaneus und Talus in die Tibia eingetrieben wird. Nach länger andauernder scheinbar erfolgreicher Fixation kommt es gelegentlich wieder zur Lockerung im Talocruralgelenk, indem der in diesem Gelenkspalt liegende Teil des Implantatum im Laufe der Zeit mit durch die Synovialflüssigkeit zur Resorption kommt.

Wann nun in unserem Falle die Lösung zustande gekommen ist, ist schwer zu sagen. Als Grund der Lösung an dieser Stelle kann man annehmen, daß einmal eine doch nicht genügend feste Verbindung des Implantats mit der Epiphysenkopfkappe da war, dann, daß diese Einspießung in nächster Nähe einer Gelenkhöhle stattgefunden hat, und daß vielleicht die Gelenkflüssigkeit mit zur schnelleren Resorption beigetragen hat.

Der zweite in der gleichen Weise operierte Fall betriffte einen damals elfjährigen Jungen, Werner B. aus Halle, der im Juni 1911 wegen Oberarmbruches links zur Behandlung kam. Beim Ballwerfen hatte der Knabe plötzlich einen Schmerz verspürt, gleich darauf hing der linke Arm schlaff herunter; er konnte aktiv nicht mehr erhoben werden. Das Röntgenbild ergab eine Humerusfraktur im oberen Drittel und zwar im Bereich einer cystischen Verbreiterung des Oberarmes.

Diagnose: Cystischer Tumor des linken Oberarmknochens mit Fraktur.

Therapie: Resektion und Implantation (Stieda). Es werden 14 cm Humerus ausgesägt. Die Durchtrennung geschieht proximal am Collum chirurgicum unterhalb der Epiphysenscheibe. Hier findet sich normales Knochenmark, so daß also der Kopf als Stützpunkt für das Implantat zurückgelassen werden kann. Der rechten Tibia wird ein periostgedeckter Knochenspan entnommen und lebend, distal durch Bolzung in die restierende Markhöhle, proximal durch Einbohren in das Caput humeri implantiert. Es erfolgte unter Verwendung von Gipsbänden reaktionslose Einheilung.

Bei der Entlassung war die Wunde gut vernarbt. Die Länge des Oberarmes war gleich der des normalen. Bei Drehbewegungen des Oberarmes bewegte sich der Kopf nach der entsprechenden Richtung mit, ein Zeichen, daß ein fester Zusammenhang des oberen Humerusteiles mit dem Implantat bstand. Aktiv konnten damals Bewegungen nur in beschränktem Maße ausgeführt werden; so konnte der Arm nach vorn und seitwärts kaum bis zur Horizontalen gehoben werden; ebenfalls war die grobe Kraft erheblich herabgesetzt. Dieser Fall stellte sich schon vor 2 Jahren (August 1923) einmal zur Nachuntersuchung vor. Damals — also 12 Jahre nach der Implantation — zeigte eine Röntgenaufnahme, daß eine feste Consolidation des Implantates mit dem „alten" Knochen eingetreten war. Distal

war der Übergang daran zu erkennen, daß hier die Markhöhle des „alten“ Knochens endete, während das Implantat eine solche nicht aufwies. Proximal hatte sich das Implantat fest mit dem Gelenkkopf verbunden und zwar derart, daß die Übergangsstelle vollkommen verwischt war.

Jetzt, 14 Jahre nach der Operation, kann man folfolgenden Befund erheben:

Die Länge des linken operierten Oberarmes bleibt hinter der des rechten um 9 cm zurück. Der Umfang an der Stelle des größten Bicepsdurchmessers beträgt links 29 cm, rechts 31 cm. Beide Unterarme sind gleichlang. Die grobe Kraft ist links nur um ein geringes Maß herabgesetzt. Der Arm kann nach vorne und seitwärts bis zur Horizontalen erhoben werden, darüber hinaus bewegt sich bei passiver Führung das Schulterblatt mit. Nach hinten werden beide Arme gleichweit gebracht. Die Schulterwölbung ist eine gute; es besteht rechts und links kein Unterschied.

Ein neues Röntgenbild zeigt, daß das Implantat dieselbe Stärke und Dicke angenommen hat, wie der erhalten gebliebene distale Humerusteil. Die Ränder des Implantates sind in ihrem ganzen Verlaufe vollkommen glatt. An der distalen Übergangsstelle des Implantates in den Humerusrest schwindet allmählich dessen Markhöhle. Der Gelenkkopf des Humerus ist mit dem Implantat fest verwachsen. Der Kopf selbst weist einige Unebenheiten auf; besonders nach dem Akromion zu haben sich einige Knochenauflagerungen gebildet. Er liegt der Gelenkpfanne nicht sehr nahe an.

In diesem Falle ist also das Längenwachstum des Knochens nur um 9 cm zurückgeblieben, weil die Epiphyse durch die Einspießung zwar geschädigt, aber doch im großen und ganzen erhalten geblieben ist. Eine Pseudarthrose an der Übergangsstelle hat sich, wie bei dem vorher beschriebenen ersten Falle, nicht gebildet, weil die Einpflanzung nicht so nahe dem Gelenk stattgefunden

hatte und daher der resorbierende Faktor, eben die Synovia, nicht mehr angreifen konnte. Patient ist eifriger Ruderer; es werden also an den jungen Knochen nicht zu unterschätzende Anforderungen gestellt. Bei dieser sportlichen Beanspruchung ist es deshalb zu verstehen, wenn der junge Knochen im ganzen leicht nach innen durchgebogen ist. Drehbewegungen im Schultergelenk lassen sich nach allen Richtungen leicht ausführen; ebenso kann der Arm nach allen Richtungen frei bewegt werden. Der Untersuchte, welcher jetzt Bürobeamter ist, hat in bezug auf die Gebrauchsfähigkeit seines operierten Armes kaum Nachteile.

Entsprechend dem schon damals als richtig erkannten Grundsatz, daß lebender, periostgedeckter Knochen das beste Material für Implantationen darstellt, wurde also auch in diesem eben abgehandelten Falle ein lebender, periostgedenkter Tibiaspan autotransplantiert und damit wiederum ein sehr gutes Fernresultat erzielt.

Im folgenden dritten Fall (Stieda: Verhandl. d. D. Ges. f. Chirurg. 40. Kongreß (12b) handelt es sich um eine bei einer Patientin mehrfach vorgenommenen Homoplastik, sowohl mit lebendem, als auch mit totem Material.

Bei einem jetzt 45jährigen Fräulein Melanie Z. aus Halle wurde im Jahre 1903 in den nach Resektion wegen Osteosarkoms entstandenen Defekt des rechten Humerus eine 16 cm lange tote ausgekochte Fibula implantiert (v. Bramann). Der implantierte Knochen heilte zunächst reaktionslos ein und schien zu völliger Festigkeit des Oberarmes zu führen, bis nach ¾ Jahren am oberen Ende des Implantates eine Pseudarthrose sich ausbildete. Diese wurde dann nochmals durch ein ebenfalls totes Knochenstück einer Tibia geschient, wieder ohne Erfolg. Das Knochenstück wurde, wie aus Röntgenbildern hervorging, resorbiert, wenigstens zum größten Teile, und es entstand wieder eine Pseudarthrose an derselben Stelle wie vorher.

Im Jahre 1905, etwa 1 Jahr später, implantierte v. Bramann von neuem ein 4 cm langes, tags vorher bei einer Amputatio humeri gewonnenes Knochenstück, das infolge eines Unfalles entfernt werden mußte. Dieses Knochenstück wurde zweieinhalb Stunden in steriler Kochsalzlösung gekocht. Das untere Ende des oberen Humerusteiles und das obere Ende des unteren Humerusteiles wurden zugespitzt und in das röhrenförmige Implantat beiderseits hineingestemmt. Die Festigkeit war eine leidlich gute; zur Verstärkung wurde noch ein Silberdraht zirkulär herumgelegt.

Wiederum trat keine Dauerheilung ein, sondern der Knochen wurde zum Teil resorbiert. Es bildete sich eine ausgedehnte Pseudarthrose, nachdem sich aus einer entstandenen Fistel nach und nach größere und kleinere Sequester des Implantates entleert hatten.

Nachdem nun bei dieser Patientin mit der Einpflanzung von totem Knochen kein Erfolg trotz mehrfacher Bemühungen erzielt worden war, wurde 1908 eine vierte Operation vorgenommen. Damals wurde getreu dem vorher geschilderten Grundsatz ein 16 cm langes Stück einer bei einer Exarticulatio coxae gewonnenen periostgedeckten, lebenden Fibula eines anderen Patienten implantiert. (Stieda). Die Einheilung erfolgte reaktionslos. Es kam ein knöcherner Zusammenschluß von Implantat und restierendem Humerus zustande. Bei dieser Operation wurde der Rest des früher als Implantat verwendeten ausgekochten Knochens entfernt; bei der mikroskopischen Untersuchung (Stieda: Verh. d. D. Ges. f. Ch. 40. Kongreß) (12b) dieses äußerst seltenen interessanten Materials ergab sich, daß ein großer Teil des toten Knochens sich vorzüglich erhalten hat. Er verhält sich im wesentlichen als aseptische Masse, zeigt aber, wie andere aseptische Fremdkörper, die Abkapselung gegen die Umgebung durch das scheinbare Periost „scheinbar", weil Osteoblasten an dieser Stelle nicht zu finden waren

— und außerdem stellenweise Auflagerungen von neuem Knochengewebe. Im übrigen zeigt er vielfach Spuren resorptiver Anfressung in seiner Peripherie und auch tieferes Eindringen gefäßhaltiger Resorptionsräume von der lebenden Umgebung her. Dieser Befund wurde damals von dem auf dem Gebiete der Lehre vom Knochenbau rühmlichst bekannten Professor Gebhardt vom Anatomischen Institut in Halle kontrolliert.

Wie die jetzt nach 17 Jahren vorgenommene Nachuntersuchung ergab, ist es in diesem Falle doch nicht zu einer dauernden Einheilung gekommen.

Die Operierte trägt den Arm in einem Schienenapparat. Auf beiden Seiten des Implantates sind wieder ausgedehnte Pseudarthrosen eingetreten, der größte Teil des Knochens ist wieder resorbiert worden. Der Rest des Implantates — nämlich das Mittelstück — läßt sich deutlich in seinem Lager palpieren und gegen den Humerusrest nach oben und unten verschieben.

Die Röntgenaufnahme bestätigt den Befund. Nur ein kleines, 16 cm langes Stück — Mitte — des eingepflanzten Knochens ist erhalten geblieben, der übrige Teil desselben ist verschwunden. Der proximale Humerusstumpf ragt mit seinem alten zugespitzten Ende ohne jegliche Veränderung in den Defekt hinein; der distale Stumpf ist nach der Ellenbeuge zu, mit Ulna und Radius einen spitzen Winkel bildend abgewichen.

Aus dem Fall geht hervor, daß erstens toter periostloser Knochen sich für größere Defekte durchaus nicht eignet, die Resorption im periostfreiem Lager hat hier einen schnelleren Verlauf genommen als der von den Knochenstümpfen statthabende Neubau. Für die Überbrückung kleinerer Defekte, wie besonders am Schädel, mag diese Art der Knochenübertragung wohl genügen. Darüber geben uns die experimentellen Arbeiten am Tier wie auch die zahlreichen Dauererfolge am Menschen von Lexer, Stieda u. a. genügend Beweise.

Daß einmal auch toter Knochen für die Dauer einheilen kann, soll nicht bestritten werden. Ich verweise dabei auf Kausch's Arbeiten.

Die oben wiedergegebene mikroskopische Untersuchung des Implantatrestes in Fall 3 gibt uns Aufschluß darüber, daß der tote Knochen nicht vollständig in lebenden umgewandelt worden ist.

Dieser Fall mit der wieder aufgetretenen Pseudarthrose trotz Implantation vom lebenden, periostgedeckten Knochen zeigt uns aber auch, daß bei ganz großen Defekten (und um einen solchen handelt es sich ja!) auch lebendes periostgedecktes, homoplastisches Material kein vollständiger Ersatz ist. Nach Lexer eignet sich die Homoplastik im allgemeinen wegen ihrer geringen Regenerationskraft nicht für das ersatzunfähige Weichteillager. Außerdem sind wohl auch die Knochenstümpfe des Humerus in diesem Fall 3 durch die wiederholten Eingriffe infolge Periostschädigung außerordentlich in Mitleidenschaft gezogen worden und daher in ihrer knochenbildenden Tätigkeit erlahmt.

Im vierten mir zur Nachuntersuchung zur Verfügung gestellten Falle (Stieda: Verhandl. d. D. Ges. f. Ch. 40. Kongr. und Arch. f. kl. Chirurg. Bd. 94, H. 4) (12b und c) handelte es sich um eine jetzt 35jährige Frau Luise B., ehemalige Arbeitertochter aus Großsalze, die ebenfalls zahlreichen operativen Eingriffen unterzogen wurde. Es ist einer der ersten Fälle von Knochenimplantation von Bramanns, der mehrmals in der Literatur erwähnt ist. Er wurde von Große (4) bereits im Jahre 1900 auf dem Chirurgenkongreß vorgestellt. Es lag eine Pseudarthrose der einen Tibia vor. Diese Pseudarthrose der kleinen Patientin war nach einer Osteotomie wegen Verbiegung des Unterschenkels infolge intrauteriner Fraktur entstanden. Es wurde an dem Mädchen zunächst im Jahre 1894 die Knochennaht ausgeführt. Als

diese nicht zu dem gewünschten Erfolge führte, wurde der Versuch gemacht, durch Knochenimplantation, Heilung und wenn möglich, auch teilweise Ausgleichung der sehr erheblichen Verkürzung zu erzielen.

Es wurde deshalb im Jahre 1896 eine bei einer Operation gewonnene Exostose eines 17jährigen Mannes in die Stelle der Tibiapseudarthrose eingepflanzt. Die Exostose war vorher von ihrem Knorpelüberzug befreit worden. Zwar heilte dieses Knochenstück ein, jedoch zeigte sich nach Ablauf von einigen Monaten, daß dasselbe wieder zum größten Teil resorbiert worden und infolgedessen von neuem ein falsches Gelenk entstanden war.

Im Röntgenbild läßt sich dieser Befund verfolgen. Man erkennt an demselben das allmähliche Kleinerwerden der eingeheilten Exostose, ohne daß an dem benachbarten Knochenteil der Tibia eine genügende Knochenneubildung stattgefunden hat.

Im April 1898 wurde nun abermals eine Knochenplastik an dem Kinde vorgenommen und zwar eines Stückes Ulna, welches gelegentlich einer Vorderarmamputation bei schwerer Verletzung gewonnen war. Das Knochenstück war vorher vom Periost entblößt worden. Es wurde mit zwei Silberdrähten an den Knochenenden der Tibia befestigt. Auch hier erfolgte zunächst Einheilung; jedoch sehr bald trat auch bei diesem Knochenstück Resorption ein, so daß der Status wie früher war.

Im November 1899 wurde nun zum dritten Male eine Osteoplastik vorgenommen, und zwar wurde ein $5\frac{1}{2}$ cm langes, $\frac{2}{3}$ der Circumferenz umfassendes Stück der Tibia eines Erwachsenen, das gelegentlich einer Amputation gewonnen war, benutzt. Dasselbe wurde vorher auf das sorgfältigste gesäubert, die Markhöhle jeglichen Inhalts beraubt, das Periost auf das Genaueste entfernt, so daß nur Corcicalis zurückgeblieben war, sodann wurde das Knochenstück eine Stunde lang in Wasser ausgekocht. Die beiden zugespitzten Enden der Tibiapseudarthrose wurden

in diese knöcherne Hohlrinne hineingestemmt. Es erfolgte auch jetzt eine reaktionslose Einheilung des Knochenstückes.

Durch zahlreiche Röntgenaufnahmen ließ sich nun nachweisen, daß zunächst eine Verschmächtigung des Knochenstückes in seinem Umfange eintrat, daß ferner an den Rändern Rauhigkeiten auftraten und besonders an den Enden eine allmählige Abflachung gegen den lebenden Teil der kindlichen Tibia sich geltend machte.

Ein Jahr nach dieser letzteren Implantation, nachdem das Kind dauernd fixierende Verbände gehabt hat, ließ sich eine deutliche Festigkeit an der Tibia bereits feststellen und im Februar 1900 — also ¼ Jahr nach der Operation war das Kind bereits imstande, sich auf das betreffende Bein zu stützen. Das damals aufgenommene Röntgenbild zeigte zwar eine Verschmälerung des Implantates, deutlich aber war zu erkennen, daß ein Zusammenschluß desselben mit dem lebenden Knochen eingetreten war.

Im April 1900 erfolgte durch Große eine Vorstellung der kleinen Patientin auf dem Chirurgenkongreß.

Das Kind schien geheilt; die Implantation schien vollen Erfolg gehabt zu haben.

Das Mädchen hat noch eine Zeitlang einen Schienenapparat an dem linken Bein getragen, diesen aber nach Verlauf von etwa 2 Jahren fortgelassen.

Fast 12 Jahre nach der Implantation — 1911 — wurde die Patientin nachuntersucht. Über dieses Resultat berichtet Stieda wie folgt:

Das Mädchen geht mit einem Stiefel mit erhöhtem Absatz und erhöhter Sohle, weil der linke Unterschenkel erheblich im Wachstum zurückgeblieben ist. Sie geht ohne Schiene und kann sich vollständig auf das linke Bein stützen. Bei der Untersuchung zeigt sich, daß das linke Bein 16 cm kürzer ist als das rechte, und daß auch die

Fußlänge linkerseits erheblich geringer ist wie rechts. Die Maße betragen links 16 cm zu 22 cm rechts. Äußerlich sind an dem linken Unterschenkel die bei den verschiedenen Operationen gesetzten Narben sichtbar; eine stärkere Verbiegung ist an dem Unterschenkel nicht zu konstatieren.

Das Röntgenbild (12c) zeigt nun den auffallenden Befund, daß in dem Schatten, den die Tibia wirft, nirgends mehr sich die Stelle nachweisen läßt, an welcher die Implantation des toten Tibiastückes stattgefunden hat. Die ganze Diaphyse ist in ihrem Verlauf von gleicher Breite und zeigt nirgends eine Abstufung in ihrer Contur, so wie sich dies früher vor 10 Jahren noch an der Stelle des implantierten Knochenstückes nachweisen ließ. Das Röntgenbild zeigt auch, daß die untere Epiphyse der Tibia zum Teil verloren gegangen ist. Dem hat man es offenbar auch zuzuschreiben, daß das Wachstum der Tibia so stark zurückgeblieben ist. Die Epiphysenscheibe ist offenbar bei den verschiedenen Operationen in ihrer Knochenproduktionsfähigkeit stark irritiert worden. Die Fibula, die oberhalb des Malleolus externus bei einer der Operationen schräg durchmeißelt wurde, um durch das zu implantierende Knochenstück gleichzeitig eine Verlängerung der Tibia zu ermöglichen, ist trotz der Länge der Zeit nicht knöchern verheilt.

Weihnachten 1911, also 12 volle Jahre nach der Implantation, erlitt Patientin einen Unfall und stieß sich dabei gegen das verkümmerte Bein. Sie nahm ärztliche Hilfe in Anspruch; ein Knochenbruch war zunächst nicht vorhanden. Während nun die Patientin noch weiter hinkend umherging, kam es 4 Wochen nach dem Fall zu einem Einbruch der Tibia und zwar, wie das Röntgenbild zeigte, mitten in der Stelle des ehemals implantierten toten Knochens. Da drei Monate nach dem Unfall vergingen, ohne daß der Arzt zu Hause eine Konsolidation durch fixierende

Verbände erreichen konnte, mußte wieder zu einem operativen Eingriff die Zuflucht genommen werden.

Der Status von damals lautet nach Stieda: Gesund aussehendes, kräftig entwickeltes Mädchen mit gesunden inneren Organen. Das linke Bein ist 17 cm kürzer als das rechte, weil hauptsächlich der Unterschenkel im Wachstum zurückgeblieben ist. Die Verkürzung beträgt hier 14 cm. Der linke Fuß ist erheblich kleiner als der rechte. Die Länge beträgt rechts 22 cm und links 14 cm. An der Vorderfläche der unteren Hälfte sind verschiedene abgeblaßte Operationsnarben sichtbar.

6 cm über dem linken Knöchel besteht eine Querfraktur der Tibia mit kaum nennenswerter Dislokation. Besonderer Druckschmerz und Krepitation sind nicht vorhanden.

Das Röntgenbild bestätigt den Befund. 4 cm über dem linken Malleolus externus besteht die alte Pseudarthrosis der Fibula, die seinerzeit durch schräge Durchmeißelung entstand, um gleichzeitig durch das Implantatum eine Verlängerung der Tibia zu erreichen. An der Frakturstelle ist nach dreimonatiger Behandlung zu Hause absolut keine Kallusbildung eingetreten.

Am 30. November 1912 wird die Operation (Stieda) folgendermaßen ausgeführt, nachdem im März desselben Jahres schon ein mißglückter operativer Versuch mittels eines periostgedeckten Tibispanes unternommen war:

Freilegung der Pseudarthrose. Dabei zeigt sich, daß sich die Knochen nicht berühren; von dem früher implantierten Knochenspan ist nichts mehr vorhanden. An seiner Stelle findet sich ein derbes, schwieliges Narbengewebe. Dasselbe wird völlig exstirpiert. Die Knochenenden werden angefrischt; sodann wird aus einem bei einer Amputation femoris gewonnenen Unterschenkel ein etwa 3 cm langes, 1½ cm breites Knochenstück herausgesägt. Das Periost bleibt, an den Rändern etwa 1½ cm überstehend, erhalten. Sodann wird dieses Knochenstück zwischen die

beiden Knochenenden der Tibia eingepreßt. Schließlich wird das überlebende Periost des Inplantatum mit dem Periost der Tibia vernäht, so daß die Stelle der Implantation völlig vom Periost gedeckt ist. Hautnaht; Gipsverband.

Etwa 4 Monate später ist eine vollständige und feste Konsolidation eingetreten, Patientin wird mit einem gutsitzenden Schienenapparat entlassen.

Bei der oben beschriebenen erneuten Implantation wurde nun von den Bruchflächen der Tibia im Bereich des ehemals eingepflanzten und eingeheilten toten Knochenstückes Material zur mikroskopischen Untersuchung entnommen. Hierbei ergab der durch Gebhardt erhobene Befund außerordentlich interessante Bilder.

Der Knochen, der im Gegensatz zu dem im Fall 3 beschriebenen belastet war und eine vollständige Stützfähigkeit der Extremität herbeigeführt hatte, bot im mikroskopischen Bilde das Gegenstück zum Befunde bei Fall 3.

In diesem Knochen waren die zellulären Proliferationsprozesse sehr intensiv, und damit im Zusammenhang spielen sich die Umbauvorgänge sehr lebhaft ab. Der Knochen ist gegen normalen Knochen außerordentlich zellreich; er enthält zahlreiche Einbuchtungen und Hohlräume. Die alte tote Knochensubstanz ist gleichsam in lauter Krümel zerlegt, und gerade das Vorhandensein dieser stört den Zusammenschluß der die Stützfunktion übernehmenden neuen Bildungen. Man sieht an dem Schnitte geradezu ein Mosaik von alten und neuen Partien. Umgeben wird der Knochen von einem Gewebe, das als Periost angesprochen werden muß; es zeigt deutlich Osteoblastensäume.

Anfang diesen Jahres, also wieder 12 Jahre später, stellte ich bei der Patientin eine neue Nachuntersuchung an und erhob folgenden Befund:

Das linke Bein ist erheblich kürzer als das rechte. Patientin trägt einen Schienenapparat, mit dem sie gut

geht. Die Maße ergeben, daß beide Oberschenkel von gleicher Länge — 35 cm — sind. Die Unterschenkel messen rechts 36 cm, links 18 cm; die Füße rechts 18, links 14 cm. Der Umfang der Unterschenkel beträgt 3 cm über den Malleolen, rechts 27,5 cm, links dagegen nur 17 cm.

Der Fuß ist ein wenig nach innen abgeknickt. Bei seitlichen Drehungen des Fußes gegen den Unterschenkel stellt sich heraus, daß sich im unteren Drittel des Unterschenkels etwa 3 cm über den Malleolen ein falsches Gelenk befindet. Die Fragmente lassen sich gegeneinander verschieben.

Patientin ist über das Vorhandensein der Pseudarthrose orientiert. Einen Unfall oder einen Stoß gegen das Bein weiß sie nicht anzugeben, so daß angenommen werden muß, daß die Pseudarthrose allmählich im Laufe der Zeit als sogenannte schleichende Fraktur entstanden ist.

Im Röntgenbild sieht man an der ehemaligen Implantationsstelle 3 cm über den Malleolen eine ausgedehnte Pseudarthrose. Von dem Implantat selbst ist nichts mehr zu erkennen; dasselbe scheint vollkommen resorbiert worden zu sein.

Die Fibula zeigt auf derselben Höhe eine Pseudarthrose; die Stümpfe stehen schräg gegeneinander verschoben.

In diesem, jetzt 12 Jahre seit der letzten, 29 Jahre seit der ersten Operation zurückliegenden Fall ist also entgegen den Erwartungen doch ein Mißerfolg zu verzeichnen.

Hier wurde also wegen einer Pseudarthrose nach einer Osteotomie wegen Verbiegung des Unterschenkels infolge intrauteriner Fraktur bei einem vierjährigen Mädchen im Jahre 1894 zunächst die Knochennaht ausgeführt. Als diese nicht zu dem erwähnten Erfolge führte, wurde 1½ Jahre später, also 1896, eine von ihrem Knorpelüberzug befreite Exostose eines 17jährigen Mannes in

die Stelle der Pseudarthrose eingepflanzt. Da wiederum ein falsches Gelenk nach scheinbarer Einheilung entstanden war, versuchte man 1898 ein gelegentlich einer Vorderarmamputation gewonnenes Stück Ulna, welches vom Periost befreit war, durch Befestigung mittels zweier Silberdrähte zur Einheilung zu bringen, aber ebenfalls ohne dauernden Erfolg. 1899 wurde zum dritten Male eine Plastik an dem Kinde vorgenommen, indem ein ausgekochtes, 5½ cm langes Stück einer Tibia eingepflanzt wurde. Dieses Implantat heilte nun nach unserer heutigen Auffassung wider Erwarten — wenn auch langsam — aber doch schließlich ein, so daß ein 12 Jahre nach der Implantation aufgenommenes Röntgenbild einen einheitlichen Schatten der Tibia darstellte. Man konnte nirgends mehr die Stelle nachweisen, wo die Implantation des toten Knochenstückes stattgefunden hat, so daß man also von einer wirklichen Einheilung sprechen kann. Und doch war dieses Knochenstück nicht voll lebensfähig; denn gelegentlich eines späteren Unfalles, welchen Patientin 12 Jahre nach der Implantation erlitt, — Weihnachten 1911 — brach der linke Unterschenkel und zwar gerade an der Stelle des ehemals implantierten toten Knochens. Es entwickelte sich hier kein Kallus, der zu einer Konsolidation führen könnte, selbst nicht nach drei Monaten, wie sich im Röntgenbild nachweisen ließ. Es wurde deshalb zu einer Bolzung der Frakturstelle geschritten und bei dieser Gelegenheit etwas Knochen zur mikroskopischen Untersuchung herausgenommen.

Dieselbe ergab, daß wie bei Fall 3, keine komplette Umwandlung des toten Knochens in lebenden erfolgt war, wenn auch die beiden Fälle erhebliche quantitative Unterschiede in der Reaktion der Umgebung auf die Implantation und im Zusammenhang damit sehr verschieden weitgehende Erhaltung des implantierten Stückes aufwiesen.

Es kann nicht Wunder nehmen, daß die Bolzung ohne

Dauererfolge war, da sie ja in einem nicht voll lebensfähigen Knochen erfolgte.

Auch eine erneute Implantation eines 3 cm langen, 1½ cm breiten Knochenstückes, welches zwischen die angefrischten Knochenenden der Tibiapseudarthrose hineingepreßt wurde, hatte nur vorübergehend Erfolg. Es kam zwar zu einer mehrere Jahre anhaltenden Einheilung und nachfolgender Festigkeit des Knochens, jedoch stellte sich bei der jetzt vorgenommenen Untersuchung heraus, daß auch wieder eine neue Pseudarthrose entstanden war.

Dieser Fall zeigt also kein Dauerresultat, obgleich auch einmal ein periostgedeckter Knochen zur Implantation verwendet wurde. Nach der jetzt herrschenden Auffassung war aber auch diese Einheilung nicht zu erwarten, da sie in einem periostfreien Lager und außerdem noch in einem Gebiete erfolgte, welches durch zahlreiche vorausgegangene Operationen narbig verändert war, und weil der dem neuen periostgedeckten Implantat anliegende Knochen noch aus Resten jenes toten, nicht voll lebensfähigen Knochenstücks bestand. Ein Erfolg wäre hier meines Erachtens nach nur zu erzielen gewesen, wenn man eine sehr ausgiebige Resektion des ganzen verletzten und veränderten Knochenstückes gemacht und dann eine Periostknochenimplantation versucht hätte.

Auf Grund der angeführten Fälle und Beobachtungen ergibt sich die Schlußfolgerung, daß sich zur Überbrückung größerer Röhrenknochendefekte der tote periostlose Knochen durchaus nicht eignet, außer wenn er in ein Periostlager eingepflanzt wird. Gelegentlich kann zur Ausfüllung kleinerer Defekte im periostfreiem Lager wohl einmal ein solcher Verwendung finden und bei guter Technik einheilen, für seine Dauerhaftigkeit kann aber, wie wir gesehen haben, durchaus nicht garantiert werden, da dieses Material außerordentlich für die Bildung von Pseudarthrosen disponiert ist. Die angeführten mikroskopischen Befunde geben darüber Aufschluß.

Es sollte daher, wenn irgend möglich und die Indikation dazu gegeben ist, stets der periostgedeckte und markbehaftete lebende Knochen von demselben Individuum, also die Autoplastik Anwendung finden, wie dies auch Stieda bereits 1911 auf Grund der an der von Bramann'schen Klinik gemachten Erfolge ausgesprochen hat. Bei genauer Innehaltung der vorgeschriebenen Technik und bei richtiger Indikation wird damit wohl immer ein befriedigendes Dauerresultat erzielt werden.

# Schrifttum.


1. Axhausen: Histol. Untersuch. über Knochentransplantationen am Menschen. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 91, S. 388.
2. Barth: Über Osteoplastik in histol. Beziehung. Verhandl. d. Deutschen Ges. f. Chir. 1894, II, S. 201 und 1908, II, S. 154.
3. Frangenheim: Dauererfolge der Osteoplastik im Tierversuch. Arch. f. klin. Chir. Bd. 93, Heft 1.
4. Große: Verhandl. des 29. Chirurgenkongr. 1900. I. Teil, S. 155.
5. v. Haberer: Zur Frage der Knochencysten, zugleich ein Beitrag zur freien Knochentransplantation. Arch. f. kl. Chir. Bd. 93, Heft 4.
6. Kausch: Zur Frage der freien Transplantation toter Knochen. Zentralbl. f. Chir. 1909, Nr. 40. Verhandl. d. Deutschen Ges. f. Chir. 38, Kongreß 1909.
7. Küttner: Einige Dauerresultate der Transplantation aus der Leiche und aus dem Affen. Arch. f. klin. Chir. Bd. 102, Heft 1.
8. Lexer:
   a) 20 Jahre Transplantationsforschung in der Chirurgie. Zentralbl. f. Chir. Bd. 102, Heft 1.
   b) Beseitigung von Gewebsdefekten. Wiederherstellungschirurgie I. Abschn.
9. Noetzel: S. Lexer a) Diskussionsrede zum Lexerschen Referat.

10. Ollier: Traité expérimental d' clinique de la régéneration des os et de la production artific. du tissu osseux Paris 1867.
11. Pokotilo: Über das Schicksal lebender Knochen, die in die Weichteile transplantiert worden sind. Arch. f. kl. Chir. Bd. 93, 1910.
12. Stieda:
    a) Über Knochentransplantationen. Münchener med. Wochenschr. Nr. 4, 1911.
    b) Klin. und Histologisches zur freien Knochentransplantation. Verhandl. d. Deutschen Ges. f. Chir. 40. Kongr.
    c) Beiträge zur freien Knochenplastik. Arch. f. klin. Chir. Bd. 94, Heft 4.

---

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem sehr verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Stieda für die Anregung zu dieser Arbeit und die Überlassung der beschriebenen Fälle, sowie für die mir zuteil gewordene Unterstützung bei Anfertigung der Dissertation meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

---

# Lebenslauf.

Verfasser vorliegender Arbeit, Otto Becker, geboren 15. 11. 1898 zu Schleswig, Sohn des Obergerichtsvollziehers Otto Becker zu Egeln, trat Ostern 1910 in die Sexta des Staatlichen Gymnasiums zu Demmin in Pommern ein und erhielt Ende Semptember 1919 das Zeugnis der Reife von dem Marienstifts-Gymnasium zu Stettin nach ½jähriger Teilnahme an einem Kriegsteilnehmerkursus. Von Januar 1917 bis Februar 1919 gehörte er dem preußischen Heere an.

Das Medizinische Studium begann er im Oktober 1919 in Rostock, legte dortselbst seine ärztliche Vorprüfung im Februar 1922 ab und bestand, nachdem er ein klinisches Semester in Berlin, die übrigen vier in Halle studiert hatte, hier das Staatsexamen Ende Januar 1925.

Das praktische Jahr begann er in der Medizinischen Universitäts-Poliklinik zu Halle a. S., wo er vier Monate verblieb. Vom 1. 6. 25 war er in Berlin im Virchowkrankenhaus in der Hautstation von Professor Buschke für 2 Monate tätig. Hierauf ging er nach Halle zurück zur Universitäts-Frauenklinik, wo er z. Zt. noch beschäftigt ist.

Während seines Studiums hörte Verfasser die Vorlesungen und Kurse folgender Herren Professoren und Dozenten:

Barfurth, Becher, Falkenberg, Frisch, Heydweiller, von Krüger, Moral, Störmer, Wachs, Walden, Wegener, Winterstein, sämtlich in Rostock;

Axhausen, Brüning, Ceelen, Jungmann, Kraus, Schück, Warnekros, Westenhöfer, sämtlich in Berlin;

Anton, Beneke, Budde, Clausen, Denker, Grouven, Grund, Haasler, Kochmann, Linnert, Nüßmann, Poenitz, Schieck, Schmidt, Schulz, Sellheim, Stieda, Stieve, Stoeltzner, Voelcker, Volhard, sämtlich zu Halle, denen er sich zu Dank verpflichtet weiß.